

補助事業番号 27-181

補助事業名 平成27年度 車載用電子基板接合の長寿命化に関する研究 補助事業

補助事業者名 群馬工業高等専門学校 機械工学科 山内 啓

## 1 研究の概要

### 2 研究の目的と背景

本研究の目的は、車載用電子基板接合における高信頼性接合技術を開発することである。2003年のWEEE/RoHS指令により本格的に鉛フリーはんだが使用されるようになってから日本ではJEITAでSn-3.0mass%Ag-0.5mass%Cu(以降SAC305とする。以降mass%は%表示とする)の組成が推奨され広く用いられてきた。しかし近年、Ag価格の高騰によりAg量を低減した鉛フリーはんだの使用が検討されるようになり、Sn-1.0%Ag-0.7%Cu(以降SAC107)やSn-0.3%Ag-0.7%Cu(以降SAC0107)がJEITAによって推奨されるようになってきている。コストは低くなったものの、これらの低Ag推奨組成における各種特性はSAC305を代替するまでには至っていないのが現状である。鉛フリーはんだを低Ag化することで生じる影響は、液相線温度の上昇、接合強度の低下、接合時の界面反応層の挙動の変化などが挙げられる。低コストの低Ag鉛フリーはんだ合金の汎用化には、各種特性の向上が必要不可欠となっている。つまり、鉛フリーはんだ化による接続信頼性の高度化およびはんだ中の低銀化による鉛フリーはんだ接合の高信頼性化が課題として挙げられる。

### 3 研究内容

#### 車載用電子基板接合の長寿命化に関する研究

##### (1) 低銀化・無銀化鉛フリーはんだ材料の材料設計

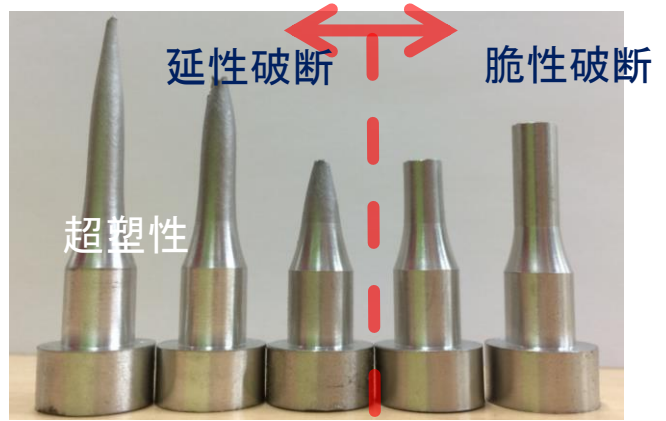
各種元素を添加し、さらに最適化した鉛フリーはんだ材料組成について、その材料特性について調査を行った。機械的特性(引張強度、硬さ、ヤング率など)や銅板との接合性(界面反応層形成速度、形状、濡れ性)などについて評価し、その特性がSAC107などの低銀組成鉛フリーはんだよりも概ね良い値を示すことが明らかとなった。

##### (2) 新規鉛フリーはんだ材料の接合における各種特性評価

(1)である程度絞った組成について、疲労試験、高温放置試験、熱疲労試験を課し、その特性評価を行った。高温放置試験や疲労試験については概ねその特性はSAC107などの低銀組成を上回る特性を示したが、熱疲労試験においては、その差が大きく開かなかった。これは、一般的な基板実装を想定したために基板の特性や部品の有無や印刷範囲などに影響を大きく受けたと考えられた。また、研究の過程で、超塑性挙動を示すSn合金についてその組成に関する検討を進め、特性と組織、組成の関係について明らかにできた。

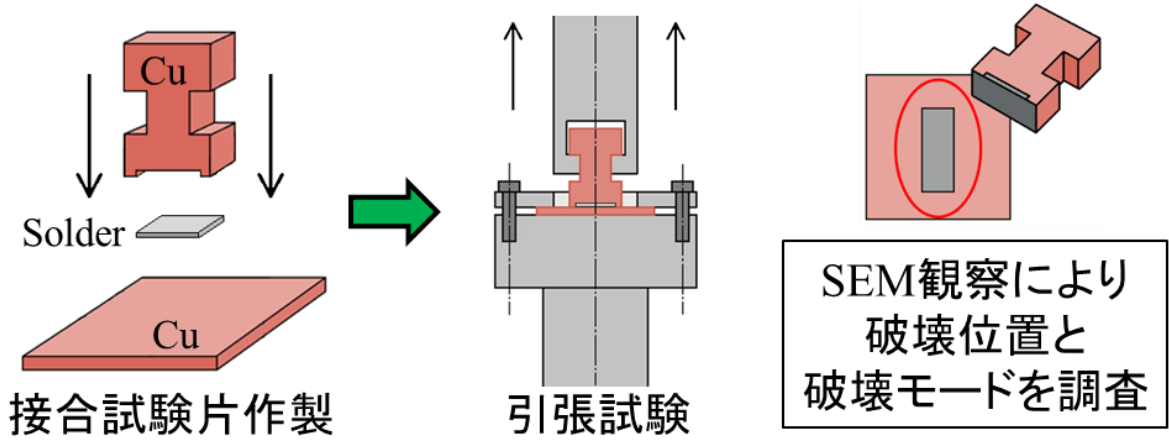
**熱サイクル疲労抑制に有効な合金系**

- Sn-Ag-Bi系合金** AgとBiの量比の把握
- Sn-Bi-Ni系合金** Niをどれだけ添加できるか
- Sn-Cu-Bi系合金** 濡れ性の把握



材料評価結果からの材料組成指針

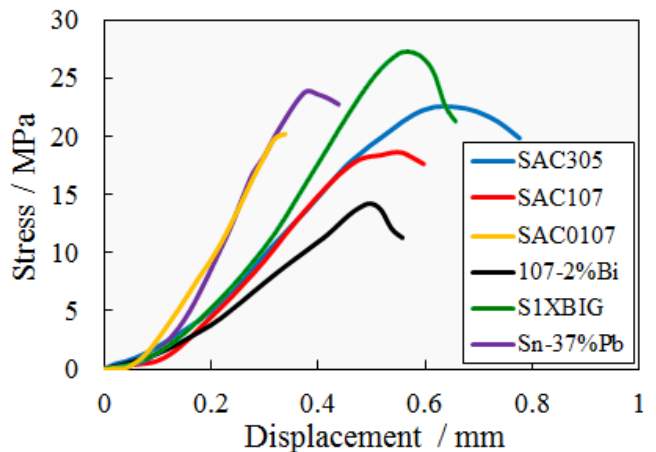
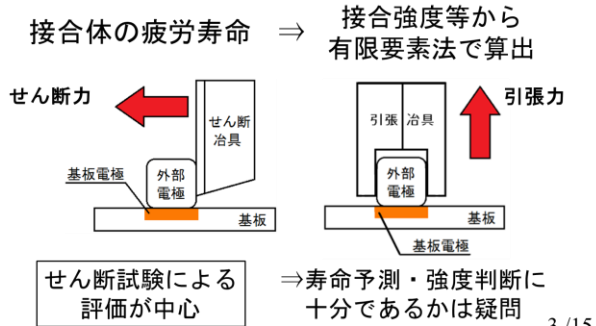
引張試験結果～延性－脆性破断



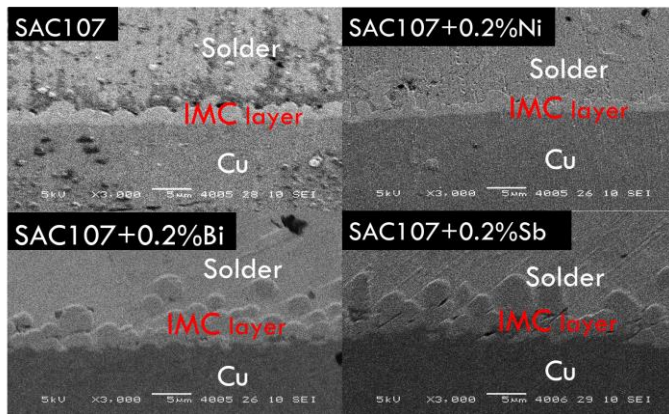
接合強度試験概要

**Pbフリーはんだの接合強度評価**

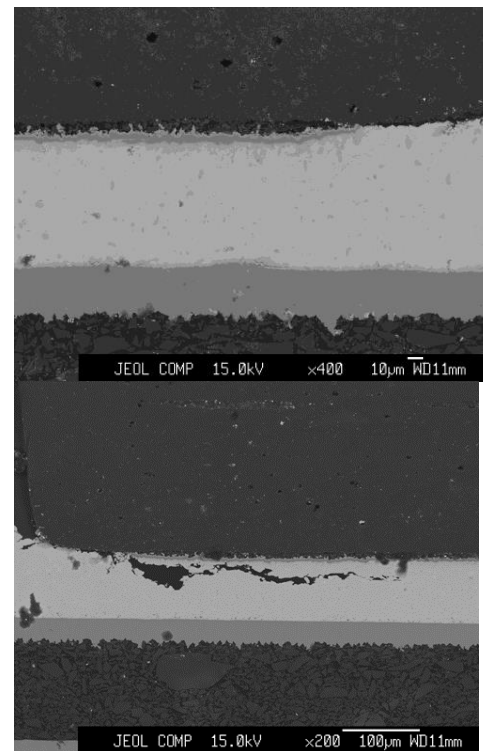
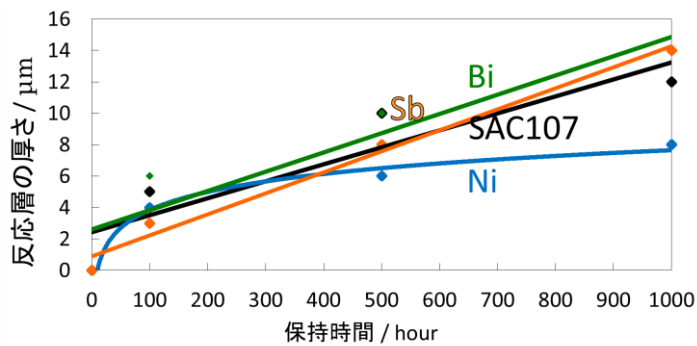
Pbフリーはんだの特性はSn-Pb共晶合金に劣る



接合強度評価について

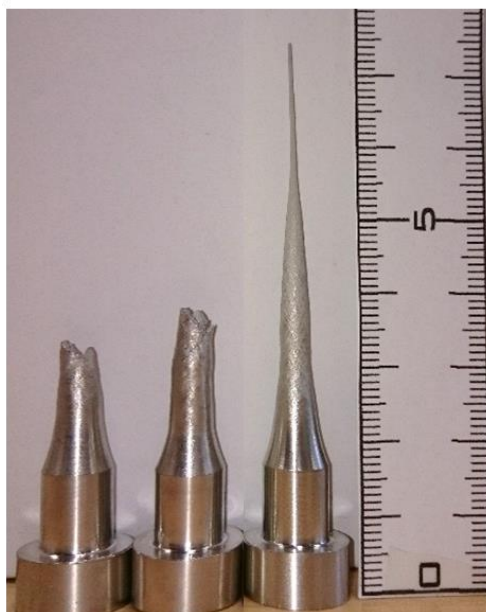


添加元素による界面反応層の違い



熱疲労試験後の断面組織例

高温時効に及ぼす試験温度の影響 一例



超塑性挙動の発現例

4 本研究が実社会にどう活かされるか一展望

SAC305同等程度の低銀鉛フリーはんだ接合の開発について目処が立った。本研究で得られた結果を基に、低融点はんだへの応用についても検討していく予定である。さらに、材料設計について、量子化学の点から検討し、理論的展開と適用対象の拡大について図り、実装技術の一層の発展に寄与したい。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

申請者の専門領域は、接合化学や高温腐食科学である。これまでの研究で培ってきた材料設計や材料評価技術を基にして、本事業における研究課題に取り組んできた。本事業では、実験をベースとしてそこから経験則的な材料設計原理や材料特性評価するものである。これらの事業を推進するにあたり、群馬高専での卒業研究や専攻科特別研究、各種授業での教育活動などへ深く関連しており、研究・教育がバランス良く共存して行えた事業であると考えられる。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

発表論文：2016年1月 Mate2016 『接合強度に及ぼす添加元素の影響』

2015年11月 M&P2015、2016年3月エレクトロニクス実装学会・日本機械学会関東支部講演大会・日本金属学会春期講演大会、2016年6月JPCAshow、2016年9月MES2016、2017年3月エレクトロニクス実装学会・日本機械学会関東支部講演大会・日本金属学会春期講演大会で口頭発表

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

該当なし

(2) (1) 以外で当事業において作成したもの

該当なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 群馬工業高等専門学校 機械工学科 材料デザイン研究室（ゲンマコウギョウコウトウセンモンガッコウ キカイコウガッカ ザイリョウデザインケンキュウシツ）

住 所： 〒371-8530

群馬県前橋市鳥羽町580

申 請 者： 准教授 山内啓（ヤマウチアキラ）

担当部署： 群馬工業高等専門学校 機械工学科（群馬コウギョウコウトウセン  
モンガッコウ キカイコウガッカ）

E-mail : ayama@mech. gunma-ct. ac. jp

URL : <http://www.gunma-ct.ac.jp/staff/ayama/index.htm>